

Влатко Чингоски, Билјана Петревска (уредници)

ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ И ЕКОЛОШКИТЕ УНАПРЕДУВАЊА ВО ХОТЕЛСКАТА ИНДУСТРИЈА

УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ - ШТИП
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ



Влатко Чингоски, Билјана Петревска (уредници)

ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ И ЕКОЛОШКИТЕ УНАПРЕДУВАЊА ВО ХОТЕЛСКАТА ИНДУСТРИЈА

Штип, 2017

Автори:

Влатко Чингоски
Билјана Петревска
Сашо Гелев
Роман Голубовски
Билјана Читкушева Димитровска
Никола Трајков

**ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ И ЕКОЛОШКИТЕ УНАПРЕДУВАЊА ВО
ХОТЕЛСКАТА ИНДУСТРИЈА****Рецензенти:**

Антон Чаушевски
Златко Јаковлев

Лектор:

Славица Манчева

Уредници:

Влатко Чингоски
Билјана Петревска

Дизајн на корица:

Владимир Мартиновски

Издавач:

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

Објавено во е-библиотека:

<https://e-lib.ugd.edu.mk>

CIP - Каталогизација во публикација

Народна и универзитетска библиотека „Св. Климент Охридски“, Скопје

620.92/.97-027.236:640.41(035)

728.5:502.17(035)

ЕНЕРГЕТСКАТА ефикасност и еколошките унапредувања во хотелската индустрија [Електронски извор] / [автори Влатко Чингоски ... и др.]. - Штип : Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, Електротехнички факултет, 2017

Начин на пристап (URL): <https://e-lib.ugd.edu.mk/naslovna.php>. -

Текст во PDF формат, содржи 119 стр., илустр.. - Наслов преземен од екранот. - Опис на изворот на ден 20.03.2017. - Публикацијата е во рамки на проектот: „Можности и методи за замена и заштеда на енергија и зголемување на енергетската ефикасност во хотелската индустрија“. - Фусноти кон текстот. - Автори: Влатко Чингоски, Билјана Петревска, Сашо Гелев, Роман Голубовски, Билјана Читкушева Димитровска, Никола Трајков. - Библиографија кон главите

ISBN 978-608-244-390-4

1. Чингоски, Влатко [автор] [уредник]

а) Енергетска ефикасност - Еколошки аспекти – Хотелиерство - Прирачници б) Хотели - Обновливи извори на енергија - Екологија - Прирачници

COBISS.MK-ID 102987018

СОДРЖИНА

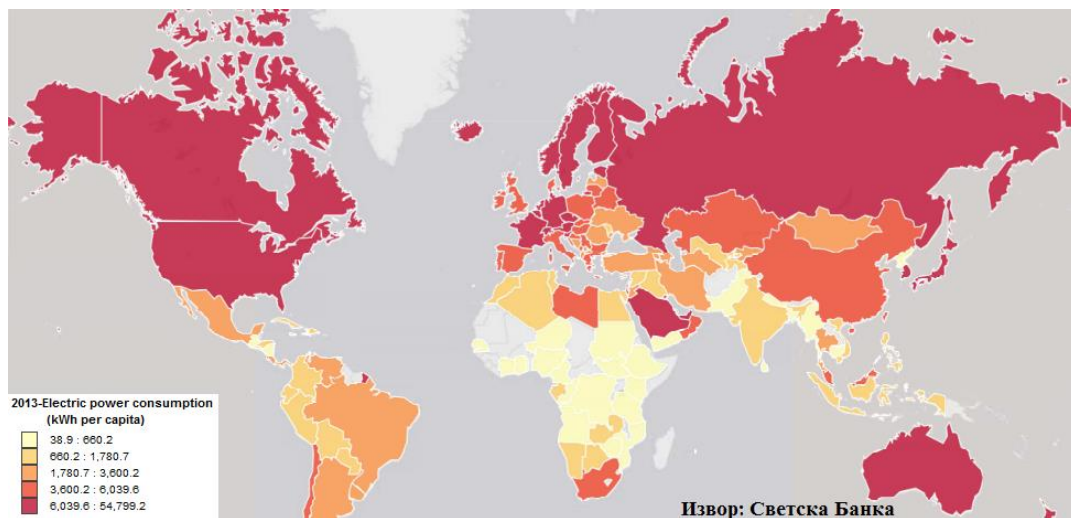
ПРЕДГОВОР	iii
I ГЛАВА ЗГОЛЕМУВАЊЕ НА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ И ПРИМЕНА НА ОБНОВЛИВИ ЕНЕРГЕТСКИ ИЗВОРИ ВО КОМЕРЦИЈАЛНО- АДМИНИСТРАТИВНИ ОБЈЕКТИ ЗА ДОМУВАЊЕ <i>Влатко Чингоски</i>	5
II ГЛАВА ЗАШТИТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА И ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ ВО ХОТЕЛСКАТА ИНДУСТРИЈА <i>Билјана Петревска</i>	30
III ГЛАВА СИСТЕМИ ЗА АВТОМАТИЗИРАН МЕНАЏМЕНТ НА ОБЈЕКТИ ЗА КОЛЕКТИВЕН ПРЕСТОЈ <i>Сашо Гелев, Роман Голубовски</i>	53
IV ГЛАВА СОВРЕМЕНИ МЕТОДИ ЗА ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНО ГРЕЕЊЕ И ОСВЕТЛУВАЊЕ ВО ХОТЕЛСКАТА ИНДУСТРИЈА <i>Билјана Читкушева Димитровска</i>	87
V ГЛАВА ОДРЖЛИВ РАЗВОЈ НА ТУРИЗМОТ ВО МАКЕДОНИЈА <i>Никола Трајков</i>	102

Влатко ЧИНГОСКИ*

ЗГОЛЕМУВАЊЕ НА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ И ПРИМЕНА НА ОБНОВЛИВИ ЕНЕРГЕТСКИ ИЗВОРИ ВО КОМЕРЦИЈАЛНО- АДМИНИСТРАТИВНИ ОБЈЕКТИ И ОБЈЕКТИ ЗА ДОМУВАЊЕ

1. ВОВЕД

Еден од главните показатели за степенот на развој на едно општество е нивото на потрошувачката на енергија по единица жител. При тоа, за да се оцени нивото на развој на едно општество или држава, не е доволно да се анализира количината на потрошена енергија по жител и истата да биде што е можно поголема. Напротив, многу поважен е начинот на користењето на таа енергија изразен преку коефициентот кој покажува колкав е приносот на бруто домашниот производ по единица потрошена енергија по жител. Овој коефициент, всушност, го дефинира индексот на ефикасност во користењето на енергијата во тоа општество. Нерационалното користење на енергијата, особено во услови на ограничени енергетски ресурси и нивна висока пазарна цена, најчесто доведува до сериозни проблеми во економијата дури и кај високо развиените земји.



Слика 1. Просечна потрошувачка на електрична енергија по жител во светот, 2013 г.

Статистичките податоци (The World Bank, 2017) покажуваат дека економско развиените земји и земјите богати со енергенси годишно трошат помеѓу 5-10% од бруто домашниот производ (БДП), додека енергетски сиромашните земји и земјите во развој, трошат многу повеќе, односно дури и до 50% од БДП за задоволување на вкупните енергетски потреби на своето население.

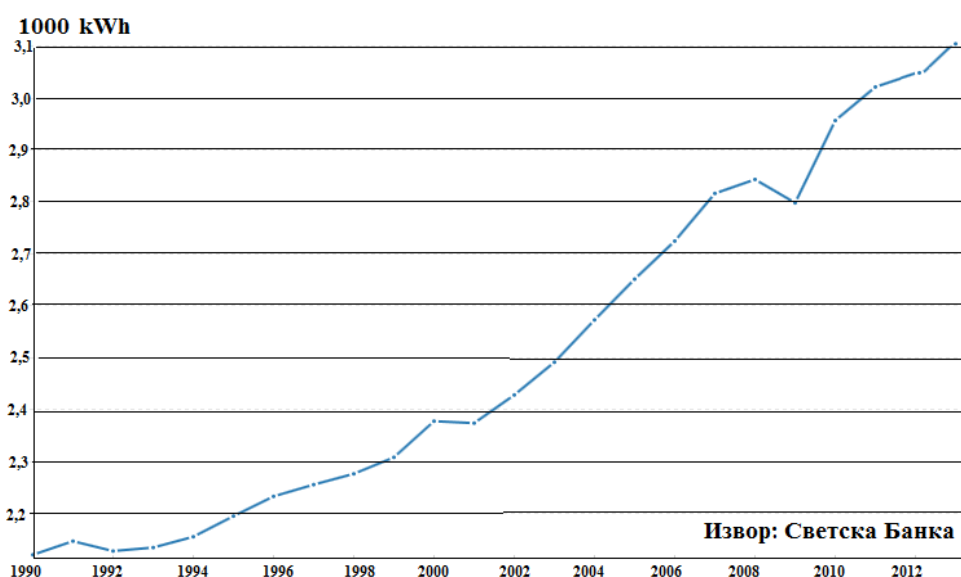
*Редовен професор на Електротехнички Факултет, Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, Македонија, vlatko.cingoski@ugd.edu.mk

Од слика 1. кадешто графички е претставена просечната потрошувачка на електрична енергија по жител во светот во 2013 година, може да се забележи дека најразвиените земји имаат најголема просечна потрошувачка на енергија, за разлика од земјите во развој кои имаат значително помала просечна потрошувачка по жител.

Наједноставниот модел за проценката на вкупните енергетските потреби на една држава може да се определи според следната релација (Andrew & Jelley, 2007):

$$E = A \cdot N \quad (1)$$

каде, E се вкупните годишни енергетски потреби, A е просечната потрошувачка на енергија по жител за една година, додека N е вкупниот број на жители на државата. Големината A е променлива големина од држава до држава во зависност од степенот на нејзиниот економски развој. На пример, во Северна Америка и развиените Скандинавски земји таа изнесува над 10 [kWh], во остатокот од Европа од 3-7 [kWh], додека во помалку развиените делови од светот, како на пример земјите од Африка или Азија таа е многу пониска и изнесува под или околу 1 [kWh]. Во светски рамки просечната потрошувачка на електрична енергија изнесува околу 3 [kWh] по жител.



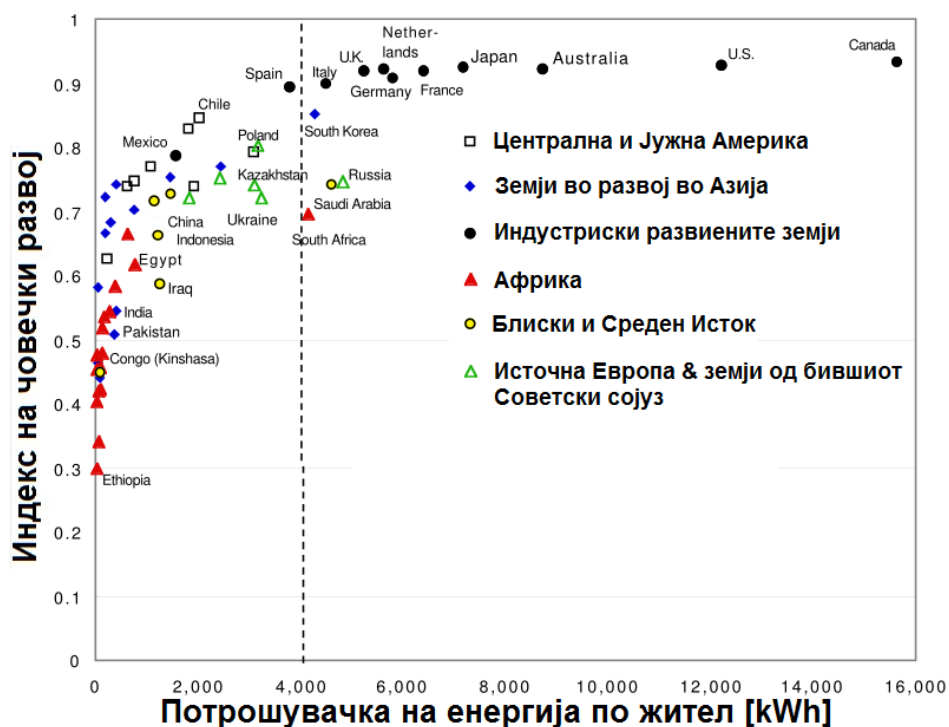
Слика 2. Тренд на пораст на побарувачката на електрична енергија во светот

Дополнително, ако го анализираме трендот на пораст на просечната побарувачката на електрична енергија по години кој е даден на слика 2, може да се забележи дека тој пораст изнесува речиси 50% на секои 10-15 години. Ако на пример во 1990 година просечната потрошувачка изнесувала околу 2,120 kWh/жител/годишно, во 2012 таа потрошувачка пораснала на 3,100 kWh, односно за цели 46%. Сличен тренд може да се забележи и во Република Македонија, каде за истиот период бележиме пораст од 33%, односно од просечни 2,667 kWh/жител/годишно во 1990 година, просечната потрошувачка пораснала на 3,556 kWh/жител/годишно во 2013 (The World Bank, 2017).

И сето ова не би било голем проблем ако и за електричната енергија важеа општите економски закономерности – поголема побарувачка помала цена. Напротив, во случајот со електричната енергија, оваа економска закономерност најчесто е обратно-пропорционална. Заради тоа, особено загрижува фактот што со зголемувањето на побарувачката, а со тоа и потрошувачката, тоа е проследено и со зголемувањето на трошоците за експлоатација и користење на енергенсите, пред сè заради ограничениот пристап до истите како и заради евидентното намалувањето на резервите на примарни фосилни извори на енергија, како што се: јагленот, нафтата и природниот гас. Овие дебаланс – зголемена побарувачка, зголемени цени и намалени примарни енергетски извори, крајно негативно влијае врз квалитетот на животот на луѓето и го намалува животниот стандард заради зафаќање на сè повеќе и повеќе финансиски средства од семеен буџет за покривање на зголемените трошоци за енергија и енергенси. На слика 3, е даден индексот на развој на една држава во однос на просечната потрошувачка на електрична енергија, од каде може да се види дека постои директна корелација помеѓу развојот на едно општество и количеството на електрична енергија која таа земја ја користи. Очигледен е фактот дека земјите кои користат најмногу електрична енергија се и генерално економски најразвиени и имаат највисок стандард на живеење за своите граѓани, односно важи следната релација (Andrew & Jelle, 2007):

$$S = f \cdot A \quad (2)$$

каде S претставува стандардот на живеење, A е просечната потрошувачка на електрична енергија по жител, додека коефициентот f е нелинеарен коефициент кој зависи од повеќе фактори.



Слика 3. Индекс на човечкиот развој (HDI - human development index) во функција на потрошувачката на енергија по жител во светски рамки (Pasternak, 2000)

Ако ја изразиме просечната потрошувачка од (2) и ја замениме во равенката (1) и истата потоа ја деференцираме може да се добие една многу индикативна релација помеѓу зголемувањето на животниот стандард, порастот на бројот на населението и потребите од електрична енергија (Andrew & Jelley, 2007):

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{\Delta S}{S} + \frac{\Delta N}{N} - \frac{\Delta f}{f} \quad (3)$$

Од (3) може да заклучиме дека доколку годишниот прираст на светското население изнесува 2-3% и имаме очекувања за пораст на животниот стандард исто така во вредност од 2-3% на годишно ниво, при непроменети услови ($\Delta f/f = 0$), тогаш очекуваниот пораст на потребите и потрошувачката на електрична енергија на светско ниво треба да изнесува помеѓу 4-6%, што претставува енормно зголемување кое е невозможно да се реализира.

Соодветно, недвосмислено е заклучокот дека иднината на енергетската стабилност на било која земја, која најчесто се дефинира преку терминот „оддржлив енергетски развој“, а со тоа и на глобално светско ниво може да се бара само во два правци (Група автори, 2008; Група автори 2010):

- 1) Зголемено производство на енергија од обновливи извори на енергија, и
- 2) Намалување на специфичната потрошувачка на електрична енергија по жител, односно зголемување на енергетската ефикасност како во процесот на производство така и при потрошувачката на електричната енергија.

Во оваа насока, од посебно значење е намалувањето на потрошувачката на енергија како во индустрискиот сектор, но уште повеќе во т.н. комерцијално-административен сектор и некомерцијално-услужниот сектор, посебно кога се знае дека во просек една третина од целокупната потрошувачка на енергијата се користи кај овие категории на потрошувачи, пред сè за загревање, ладење, вентилација и осветлување, односно за целосно непродуктивни цели.

Заради тоа, цел на оваа анализа е да се лоцираат главните области каде е возможно директно да се делува врз зголемување на ефикасноста во користењето на електричната енергија, односно намалување на енергетските загуби и подобрување на енергетското влијание кое овие сектори го имаат во електроенергетскиот сектор (Cingoski, 2015; Petrevska & Cingoski, 2015a; Petrevska & Cingoski, 2015b).

Дополнително, ќе се обидеме да дадеме и осврт врз можностите за целосна замена или делумно вклучување на некои обновливи енергетски извори кои можат да го најдат своето место во енергетскиот пакет кој би бил прифатлив за оваа категорија на потрошувачи како од технички аспект исто така и од енергетско-економски со цел долгорочно подобрување на енергетската слика (Чингоски, 2016; Петревска & Чингоски, 2016). Во анализата посебен осврт ќе дадеме на административните објекти и комерцијалните објекти од услужната дејност, пред сè хотелско-угостителските објекти како енергетско интензивни објекти кои имаат потреба од различни видови на енергија (Petrevska et al, 2016a; Petrevska et al, 2016b) и во објектите за индивидуално и колективно домување (Милевски & Чингоски, 2014).

2. ПРЕДУСЛОВИ ЗА ЗГОЛЕМУВАЊЕ НА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ

Зголемувањето на ефикасноста при користењето на енергенсите, вклучително и електричната енергија како најсофистициран енергетски извор зазема значајно место во современите енергетски трендови. Како што напоменавме, не само заради ограниченоста на енергетските ресурси и зголемената потреба од истите, туку во последно време и заради зголемената свест за силните негативни еколошки влијанија кои ги носи со себе сè поголемото користење на т.н. „фосилни горива“, односно горива кај кои се реализира согорување на карбохидрати како што се јагленот, нафтата и природниот гас (Petrevska & Cingoski, 2015a).

Негативното влијание кои овие енергенси го имаат во глобални рамки е толку значајно што постојано се прават напори за драстично намалување на употребата на истите, а со тоа и значително намалување на емисијата на штетните гасови кои се ослободуваат при согорување на овие енергенси, во прв ред CO₂, CO, SO_x, NO_x како и емисија на прашина, чад и останати мали честички во воздухот. Додека пред десетина години за решавање на овој проблем се препорачуваше користење на најсовремени електростатички филтри, зафаќање и складирање на јаглородните оксиди, десулфуризација и примена на други суви или влажни технологии за намалување на овие штетни гасови, денес сè повеќе се препорачува целосно напуштање на производство на електрична енергија со користење на овие т.н. „*валкани технологии*“ и нивна замена со чисти технологии, особено со производство на електрична енергија од обновливи енергетски извори како што се: ветер, сонце, геотермална енергија, хидроенергија, енергија на согорување на водород, енергија добиена од морски бранови итн.

Од друга страна, во исто време се инсистира и на примена на современи технологии и на другиот крај во енергетскиот ланец, значи не само на страна на производството туку и на страна на потрошувачката. Во таа насока се пристапува кон замена на фосилните горива со обновливи, со зголемување на енергетската ефикасност кај електричните уреди и опрема, примена на бинарни процеси, когенерација и тригенерација, значително користење на енергијата на сонцето и геотермалната енергија како замена за електричната енергија секаде каде што тоа е возможно и енергетско-економски прифатливо и исплатливо, и сл.

Во делот на административно-услужни објекти и особено објекти за индивидуално и колективно домување сè повеќе се пристапува кон користењето на современи технологии за градба и користење на т.н. „енергетско-пасивни“ објекти (Милевски и Чингоски, 2014). Терминот „енергетски пасивен објект“ се применува во глобален енергетски контекст и опишува систем базиран на примање и задржување на енергија која пасивно, без дополнителен ангажман на определени енергетско активни, односно енергетско производни системи за генерирање на енергија, може да ги задоволи во целост или во значителен обем енергетските потреби на објектот.

Вообичаено, овој концепт на енергетски пасивни објекти се базира на неколку основни фактори:

- 1) Користење природни енергетски ресурси, пред сè сончева светлина и топлина;

- 2) Циркулација на воздухот по природен пат;
- 3) Активно користење на природните карактеристики на теренот и биолошката околина на самиот објект, и
- 4) Употреба на современи материјали и технологии при изградба на објектите.

Главните одлики на енергетски пасивните објекти можат да се групираат во неколку основни групи:

- Користење двојно и/или тројно изолирани стакла на прозорците;
- Суперизолација на сидовите, темелите и покривите, односно речиси херметички затворена конструкција на објектот со природен и/или парцијално вештачки систем за циркулација на воздухот;
- Користење природни материјали за градба со минимална проводливост на топлината низ конструкцијата, избегнување на т.н. енергетски мостови и по можност максимално искористување на природната сончевата светлина и топлина; и
- Употреба на обновливи извори на енергија (*сонце, биогорива, геотермална енергија и сл.*) за загревање, ладење и/или производство на топлинска пареа.

Како резултат на користење на ваков вид на изведба може да се реализираат административно-услужни објекти како и објекти за индивидуално и колективно домување кај кои не само што драстично се намалуваат енергетските трошоци, пред сè за греење, ладење, вентилација и осветлување дури и до 90%, туку едновременно се обезбедуваат и висококвалитетни услови за работа и живеење на луѓето во нивната внатрешност (Милевски и Чингоски, 2014; Bauer et al, 2010; Friedman, 2012).

3. МЕТОДИ ЗА ЗГОЛЕМУВАЊЕ НА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ

Искуствата укажуваат дека само со примена на обновливи енергетски извори или само со примена на методи за зголемување на енергетската ефикасност и намалувањето на енергетските загуби не се постигнуваат посакуваните резултати во зголемувањето на енергетската ефикасност. Само со комплексен пристап кон проблемот и користење на заеднички техники и методологии може да се дојде до посакуваните резултати. Заради тоа од голема важност е при реализација на објект кој во исто време ќе биде и вистински енергетски ефикасен и кој во процесот на користење во поголем обем или целосно ќе се базира на употреба на обновливи енергетски извори, целите да бидат добро обмислени дури и пред самиот објект да биде изграден, односно уште во фаза на негово планирање, секако доколку се работи за нов објект. Проблемите значително се усложнуваат доколку се инсистира да се применат современи методи за зголемување на енергетската ефикасност и примена на обновливи енергетски извори кај веќе изградени објекти кои се во функција. Колку староста на објектот е поголема, толку помали се можностите за негово енергетско унапредување, или подобро кажано, инвестициите и техничките активности кои треба да се применат се значително поголеми и не секогаш може да бидат економски оправдани. За определени објекти, понекогаш поисплатливо е целосно да бидат заменети со нови отколку парцијално да се решава подобрувањето на нивната енергетска ефикасност.

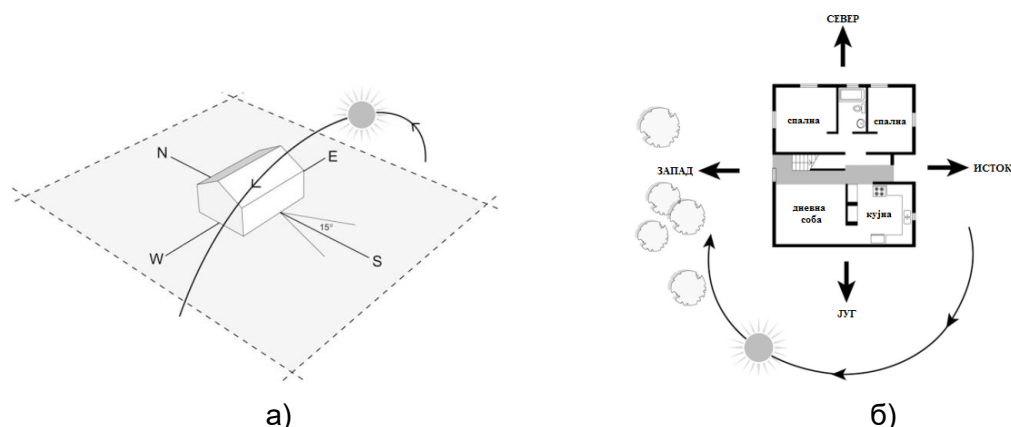
Размислувањето да се реализира високо енергетски ефикасен или енергетски пасивен објект (ЕПО) всушност започнува со процес на анализа на локацијата и околината на просторот во кој ваквиот објект треба да функционира. Доколку сакаме да реализираме енергетски ефикасен објект за живеење, без разлика дали станува збор за индивидуален или колективен објект за домување, со оглед на времето кое би го поминале во него, клучно значење има прашањето за правилно лоцирање, позиционирање и изборот на типот на градбата на објектот. Затоа, нашата анализа најпрво ќе ја започнеме со неколку основни правила за правилен изборот на локација, ориентација и позиција на објектот (Милевски & Чингоски, 2014).

3.1. Избор на правилна локација и ориентација

Правилната локација и ориентација на објектот може значително да ја подобри или да ја влоши одржливоста на целиот концепт на ЕПО. При изборот на локацијата и ориентацијата пред сè неопходно е да се препознаат врските помеѓу новиот објект и неговото непосредно природно опкружување. Основни природни карактеристики кои значително влијаат врз локацијата и ориентацијата на објектот се: (Bauer et al, 2010; Friedman, 2012):

- 1) Географската локација, топографијата на просторот и неговата изложеноста на сончево зрачење во текот на денот и годината;
- 2) Насоките и интензитетот на ветерот и локалните климатски услови; и
- 3) Составот на почвата и евентуални блиски протоци на вода во околината на објектот.

Од останатите микроклиматски услови на локацијата во анализата посебно внимание треба да се посвети на дневната и годишната патека на сонцето, типот, интензитетот и правецот на ветерот и видот и распространетоста на природната вегетација во неговата околина. Сончевата патека треба да биде земена во обзир во процесот на конфигурирање и ориентација на објектот со цел да се максимизира добиената сончева енергија (*светлосна и топлинска*) во зимскиот период и истата да се минимизира во текот на летниот период (Слика 4 а) и б)).

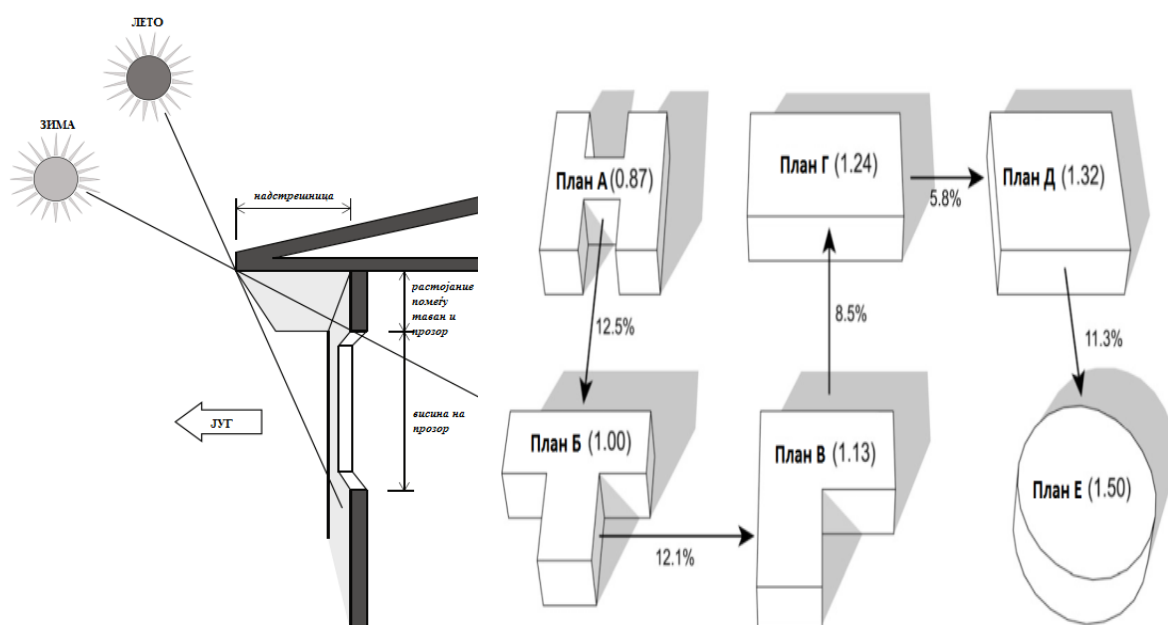


Слика 4. Дневна патека на сонцето: а) Оптимална поставеност на објект, б) Оптимална тополошка распределба на простории во објект за домување

Друга важна карактеристика при планирањето и ориентацијата на објектот е директното сончево зрачење и засенчувањето на објектот во текот на денот

посебно во зимскиот и за летниот период од останатите локални објекти или природата (Bauer et al, 2010).

На сликата 5(а), прикажано е влијанието на големината на прозорците, парапетите и натстрешниците во процесот на осветлувањето и затоплување на внатрешноста на објектот посебно во летниот, а посебно во зимскиот период. Оваа поставеност директно влијае и врз можноста за директно загревање на внатрешните простории, односно оптималното ефикасно искористување на сончевата енергија. Може да се забележи дека со соодветно димензионирање на должината на натстрешница, растојанието помеѓу таванот и прозорецот и самата висина на прозорецот може да се овозможи целосно искористување на сончевата енергија во текот на зимскиот период кога сонцето е пониско на хоризонтот и едновременно спречување на директно сончево зрачење во внатрешноста на домот во летниот период кога сонцето е највисоко на хоризонтот.

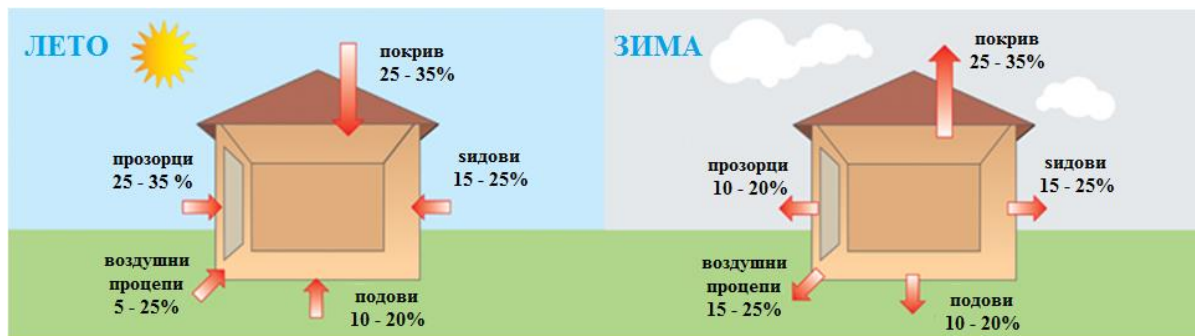


Слика 5. Правилно проектирање на енергетски објекти: а) Користење сончева енергија во лето и во зима, и б) Влијание на обликот на објектот врз неговата енергетска ефикасност

Енергетската ефикасност на објектите исто така зависи и од обликот, од големина на површините кои потпаѓаат под надворешни ѕидови и фасада како и од непосредната поставеност на објектите еден во однос на друг, особено во смисол на зачувување на енергијата. На сликата 5(б) се дадени неколку типични облици на објекти какви што најчесто се изведуваат административните згради, хотелите или објектите за колективно домување. Како што може да се забележи од податоците, објектот под наслов План А енергетски е најефикасен, додека сите останати облици имаат зголемени енергетски загуби, и тоа објектот План Б за 12,5%, План В дополнително за 12,1% итн., Енергетски најлош облик има објектот под име План Е кој има најголеми енергетски загуби бидејќи за иста корисна површина овој објект има

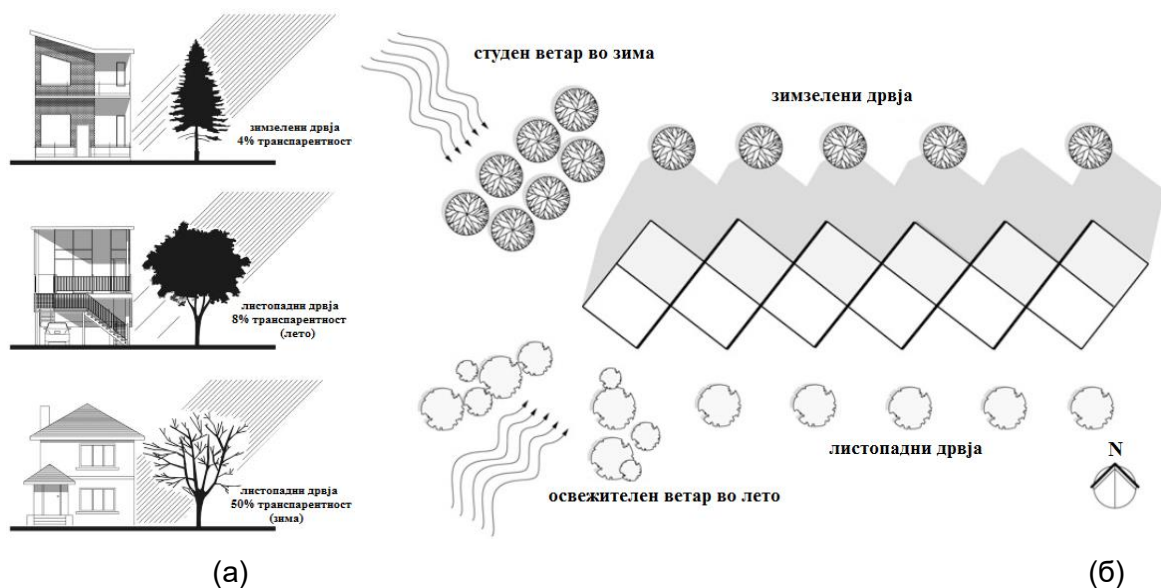
најголема површина под фасади, покрив и ѕидови од каде се врши оддавање на топлината од внатрешноста на објектот.

Различните површини различно оддаваат топлина од внатрешноста према надвор и/или примаат топлина од надворешноста кон внатре, пред сè во зависност од квалитетот на употребените материјали и квалитетот на изведбата на објектот.



Слика 6. Процентуално пропуштање топлина во и надвор од објектот во лето и зима кај конвенционални градежни објекти

На сликата 6 даден е типичен пример на градба и процентуалното пропуштање на топлина кај конвенционални објекти во лето и во зима.



Слика 7. Влијание на вегетацијата врз енергетската ефикасност: (а) Во зависност од типот вегетација, (б) Во зависност од поставеноста на вегетацијата на теренот

За оптимално проектирање и позиционирање на објектите посебно внимание треба да се посвети и на можноста за активно користење на вегетацијата која постои или може да се реализира во околината на објектот (Friedman, 2012). Имено, познато е дека зимзелените дрвја пропуштаат многу помалку сончево зрачење (околу 4%) во однос на листопадните дрвја кои во пролетниот и летниот период пропуштаат околу 8% од дневното сончево зрачење, но во зимскиот период поради паѓањето на нивните лисја, овозможуваат дури 50%

од дневното сончево зрачење да биде пропуштено, што е многу корисно во текот на кратките и студени зимски денови (Слика 7(а)). Идеално поставување на вегетацијата би било северно од објектот да се постават зимзелени дрвја како бариера за студениот северен ветар, додека на јужната страна да се засадат листопадни дрвја со големи и широки крошни кои во текот на летото би биле идеална заштата од интензивното сончево зрачење додека во зимскиот период би овозможиле слободен продор на сончевата енергија во објектот (Слика 7(б)).

Според сето погоре наведено, може да заклучиме дека географската поставеност, локациските услови како и начинот на проектирање и поставување на објектот на самата локација можат да имаат значително влијаат врз квалитетот и степенот на енергетска ефикасност на објектите.

4. ЗГОЛЕМУВАЊЕ НА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ КАЈ ВЕЌЕ ИЗВЕДЕНИ ОБЈЕКТИ

Досега зборувавме за правилен избор на локација како и избор на соодветен облик на објект кој треба да биде изведен така да истиот би можел да се квалификува како енергетски ефикасен објект или како енергетски пасивен објект. Се поставува прашањето, што е потребно да се направи со веќе изведените објекти и кои методи ни стојат на располагање за да и кај овие објекти, во рамките на техно-економските можности, реализираме намалување на енергетските загуби и зголемување на енергетска ефикасност.

Очигледно е дека во овој случај, лимитирани сме да ги примениме сите можни начини за зголемување на енергетската ефикасност, но за среќа, сè уште постојат поголем број на активности кои и кај овие објекти можат да се применат со голем успех во борбата за намалување на енергетските загуби. Искуствата кажуваат дека треба да се применуваат хибридни решенија, односно решенија кои во себе вклучуваат активности за намалување на енергетските загуби од една страна и вклучување на обновливи извори од друга страна (Cingoski, 2015).

Најпрво, потребно е да се лоцираат причините за зголемена загуба на енергија во самите објекти и правилно да се аплицираат технички решенија за нивна елиминација. Статистички гледано, најголемите енергетски загуби кај комерцијално-административните објекти и објектите за индивидуално и колективно домување се појавуваат во следните дејности:

- 1) Греење, ладење и вентилација (*HVAC – heating, ventilating & air-conditioning*);
- 2) Производство на топла вода, технолошка вода и пареа;
- 3) Осветление, и
- 4) Електрична енергија за нормално функционирање на објектот.

За секоја од овие дејности можат да се применат различни методи почнувајќи од замена на горивата, па сè до зголемување на ефикасноста во користењето на горивата во самата дејност. Со определени зафати може едновременно да се дејствува на повеќе од една дејност, заради што во продолжение накратко ќе

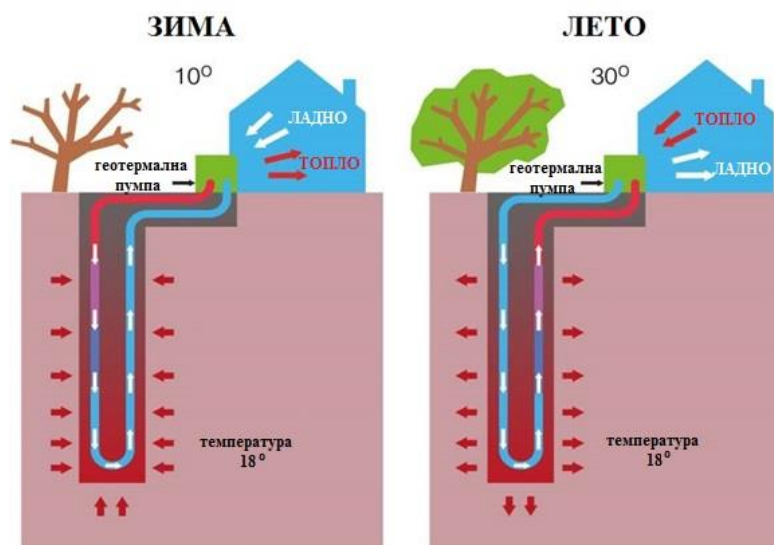
се осврнеме на најважните и најчесто користени технички решенија и на резултатите кои тие може да ги дадат во една или повеќе енергетски дејности.

4.1. Греење, ладење и вентилација (HVAC)

Фактите зборуваат дека во просек преку 50% од целокупната енергија се троши за греење, ладење и вентилација во комерцијално-административните, хотелско-угостителските објекти како и во објектите за индивидуално и колективно домување (Група автори, 2008). Ова особено важи за континенталните земји како што е и Република Македонија кои се карактеризираат со долги, влажни и студени зими, и лета со изразито високи температури, влажност во воздухот и голем број на сончеви денови. Едновременно, есента и пролетта се прилично кратки и со средни температури, што овозможува многу краток премин од лето кон зима и обратно. Сето ова бара потреба од постојан енергетски третман во објектите, во зима загревање, додека во лето интензивно ладење. И во зимскиот и во летниот период потребно е да се има висок степен на вентилација и циркулација на воздухот за да се овозможат квалитетни услови за престој и живеење.

Ова условува значителна потрошувачка на енергија, пред сè електрична, како за греење така и за ладење на просториите. Со цел намалување на енергетската потрошувачка и зголемување на ефикасноста во овие процеси, најчесто се препорачуваат следните активности (Група автори, 2010):

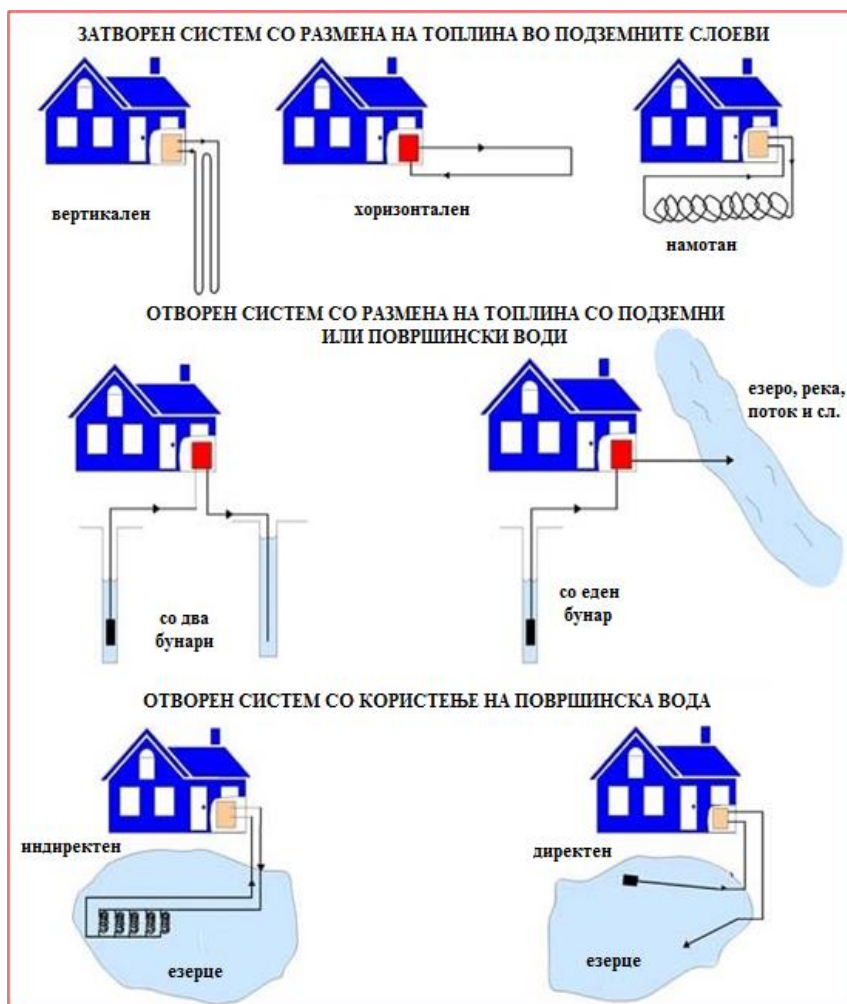
- 1) Користење геотермални пумпи за загревање и ладење на просторот;
- 2) Користење соларно-термални панели за загревање вода; и
- 3) Користење когенеративни и/или тригенеративни постројки кои најчесто работат на природен гас и кои едновременно можат да произведуваат електрична енергија, топла вода за греење на објектот, санитарна и техничка вода и пареа за евентуалните технички потреби (*хотелска индустрија*) како и енергија за ладење (*кај тригенеративните постројки*).



Слика 8. Упростен принцип на работа на геотермална пумпа во процес на загревање (во зима) и во процес на ладење (лето)

Користењето геотермални пумпи за загревање и ладење на објекти за работење и живеење е еден од најефикасните начини за намалување на енергетските трошоци. Како што е шематски прикажано на сликата 8, преку употреба на складирана и речиси константна топлинска енергија во внатрешноста на земјата на релативно мала длабочина и нејзина размена со пониската енергија во внатрешноста на објектите во текот на зимата, и обратно во текот на летото користење на пониската температура на земјата во однос на затоплениот воздух во просториите, со помош на геотермалната топлинската пумпа може да се постигне намалување на енергетските трошоци дури до 60%.

Постојат повеќе видови изведби на вакви геотермални топлински пумпи во зависност од расположивоста на просторот под или околу објектот или пак расположивост на извор на вода (*подземна или површинска*), но генерално разликуваме отворени и затворени систем. Неколку типични и често користени системи за геотермално загревање со помош на геотермални пумпи се дадени на слика 9.

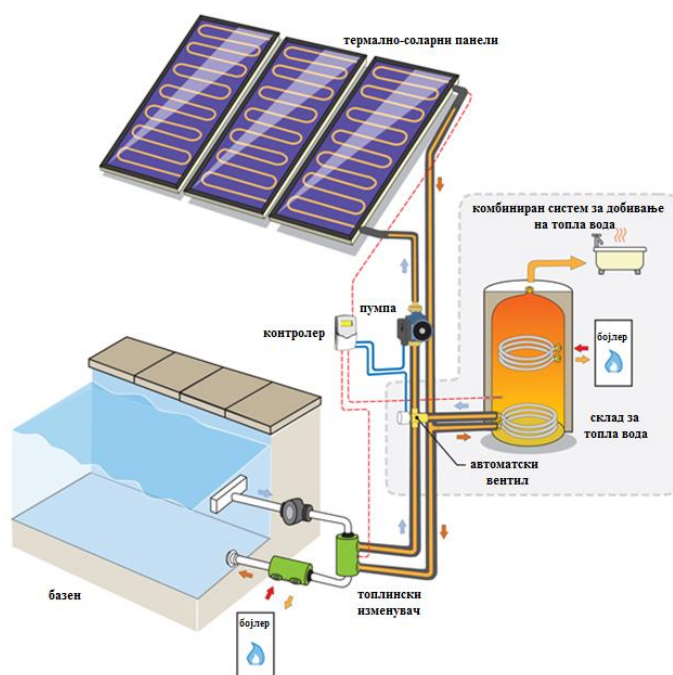


Слика 9. Типични изведби на геотермални пумпи

Покрај користење на геотермални топлински пумпи, значителна заштеда во процесот на греење на вода или некој друг флуид кои понатаму може да се користи за загревање на простор или за загревање на санитарна или техничка вода, претставува користењето на инсталациите за соларно-термални панели

(слика 10). Овие панели поставени на локација која прима максимална сончева енергија и не е воопшто засенчена од други блиски објекти може да произведе значително количество на топлинска енергија.

Во зависност од квалитетот на самите панели, од бројот на панелите, од искористениот топлински флуид како и од применетата технологија за размена на топлината, ваков систем може речиси во целост да замени систем за загревање на индивидуални станбени објекти кои се наоѓаат на повисока надморска височина кадешто бројот на сончеви денови во текот на зимскиот период е прилично висок. На пониските надморски височини овој систем може значително да ги намали или целосно да ги отфрли трошоците за загревање на санитарна и техничка вода како во објекти за колективно домување, така и во административни згради, хотели, ресторани и сл.

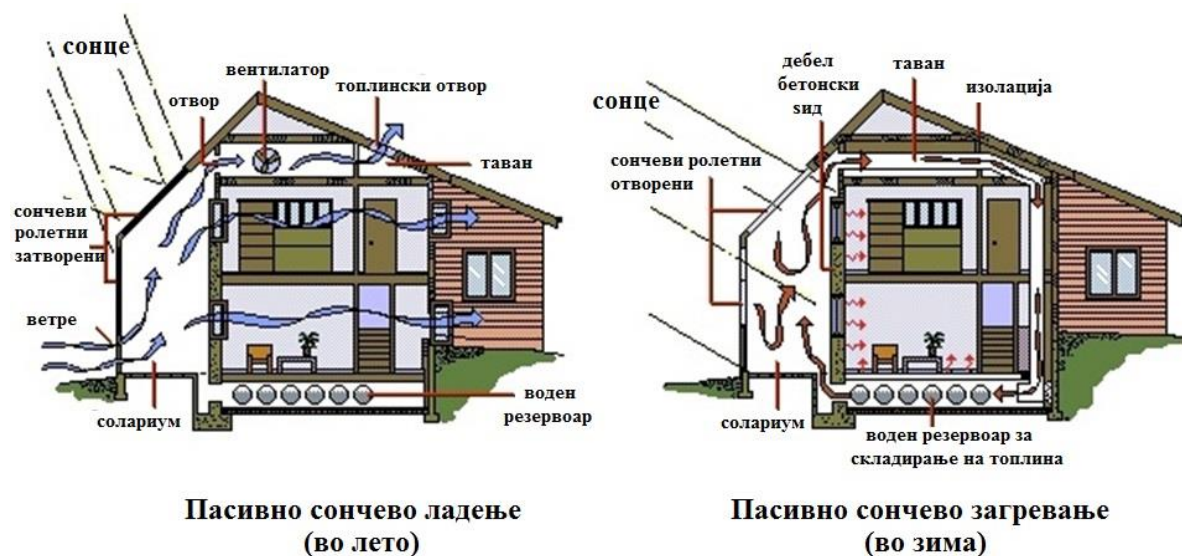


Слика 10. Упростена шема на работа на термално-соларен систем за загревање вода и производство и складирање санитарна вода

Дополнително, ваков систем може да се користи и за загревање на вода во базени и СПА центри во рамките на поголеми хотелски комплекси, оранжерии или системи за сушење на овошје или зеленчук, а ако се изведе во комбинација со геотермални топлински пумпи може речиси во целост да одговори на барањата за загревање на простории и производство на топла вода за кујни, бањи, базени, техничка вода во перални и пегларници (во *хотели*) и сл. (Cingoski et al, 2015a; Cingoski et al, 2015b; Petrevska & Cingoski, 2016).

Доколку условите овозможуваат, можно е да се размислува инсталирање на т.н. „пасивни системи за загревање и за ладење на простории со помош на сончева енергија“ (Friedman, 2012). Загревањето според овој метод се реализира во периодот на зимата, а особено во периодот на есен и пролет кога временските прилики не бараат значителна топлинска енергија, напротив потребно е само дополнително греење на простории или во периоди кога временските прилики не се премногу топли да бараат користење на посебни

системи за ладење туку истото може да се реализира пасивно со користење на посебен систем за вентилација или циркулација на воздух низ објектот. Изведба на ваков систем шематски е претставена на слика 11.



Слика 11. Пасивно сончево ладење (во лето) и загревање (во зима)

4.2. Системи за когенерација и тригенерација

За загревање на поголеми објекти каде погоре наведените системи не можат целосно или барем делумно квалитетно да одговорат на барањата за зголемување на енергетската ефикасност, се користат високо ефикасни когенеративни системи кои начесто користат природен гас како основно погонско гориво (Cingoski, 2015). Типичен тригенеративен систем е даден на слика 12.



Слика 12. Енергетска тригенерација

Може да се забележи дека основно својство кај овие системи е максимизирање во искористување на калоричната вредност на погонското гориво преку

генерирањето на повеќе енергетски продукти во исто време со користење на едно енергетско гориво и тоа:

- Електрична енергија за локално користење во објектот или за продажба на локалниот електроенергетски дистрибутивниот систем;
- Топлинска енергија која може потоа да се претвори во:
 - топла вода за загревање на простории (HVAC),
 - топла санитарна или техничка вода,
 - топлинска пареа,
- Преку користење абсорбционен ладилник (чилер), производство на:
 - ладна вода и ладилна енергија за ладилни системи (HVAC).

Доколку нема потреба од ладилна енергија, системот за тригенерација едноставно може да се упрости со исфрлање на апсорпциониот ладилник (*чилер*) од системот и негово претворање во когенеративен систем произведувајќи едновременно само електрична енергија и топлинска енергија. Денес речиси и да не може да се замисли нов електроенергетски систем кој работи на природен гас и кој во својата опција нема можност за генерирање топлинска енергија било да е тоа за локалната заедница, или пак за загревање на земјоделски или индустриски стопанства. Основна причина за тоа е значителното зголемување на севкупниот коефициент на термичкото искористување на основното гориво кој може дури и да се удвои од вообичаените 42-50% кај класичните системи кои произведуваат само електрична енергија или само топлинска енергија, на вредности над 75-90% во современите когенеративни постројки со двоен циклус.



Слика 13. Споредба на енергетските биланси кај когенеративен енергетски процес со конвенционален енергетски процес

На сликата 13 е даден споредбен енергетски биланс помеѓу обичен и когенеративен циклус од каде може да се забележи дека за добивање на иста количина електрична и топлинска енергија обичниот произведен циклус има

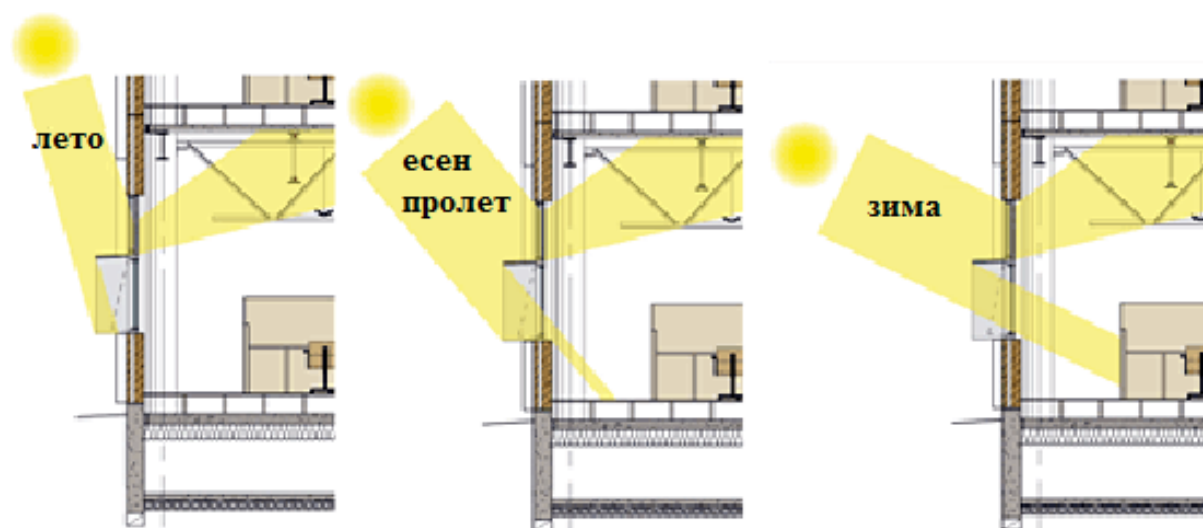
потреба од дури 70% поголема количина основно гориво отколку во случај на когенеративниот произведен циклус.

4.3. Енергетска ефикасност кај системите за осветлување

Анализите покажуваат дека 10-15% од целокупната електрична енергија која се користи во комерцијално-административните објекти, во хотелската индустрија како и во објектите за колективно домување се троши за осветлување. Тоа претставува значително голем процент, особено ако се знае дека денес постојат можности за значително намалување на потрошувачката на електрична енергија за системи за осветлување без загуба во квалитетот на осветлувањето.

За постигнување вакви цели, прво и основно правило е правилно позиционирање и проектирање на објектите со можност за максимално искористување на дневната сончева светлина во што е можно подолг временски период во текот на денот. Треба да се води сметка да се избегне директна сончева осветленост внатре во просториите, туку да се предвиди можност за дифузно осветлување на работните простории и/или просториите каде претстојуваат луѓето. Тоа може да се постигне со правилно димензионирање и поставување на прозорците на фасадата како и соодветно димензионирање на натстрешниците и поставување ролетни или друг вид заслони како заштита од директно сончево зрачење (International Energy Agency, 2010).

На сликата 14 е даден шематски приказ како максимално да се искористи дневната сончева светлина и топлина во работни простории во зависност од годишното време, со правилно димензионирање на прозорците и поставување на специјална рефлектирачка светлосна греда над самиот прозор. Дополнително, во летниот период оваа светлосна греда не дозволува директно загревање на просториите со сончева енергија, додека во пролет и есен тоа загревање е минимално, а во зима максимално.



Слика 14. Правилно димензионирање прозорци и натпрозорска светлосна греда за максимално искористување дневна сончева светлина и топлина во текот на цела година

Во текот на деноноќието кога нема сончева светлина, потребно е да се предвидат соодветни светлечки тела кои би биле прикладни за просториите каде истите се поставуваат. Постојат поголем број различни видови светлечки тела кои меѓусебно се разликуваат не само според начинот на производство на светлосната енергија, туку и според видот на осветлувањето кое го емитираат, трошоците за производство на светлосна енергија како и соодветноста за користење во различни средини и за разни намени.



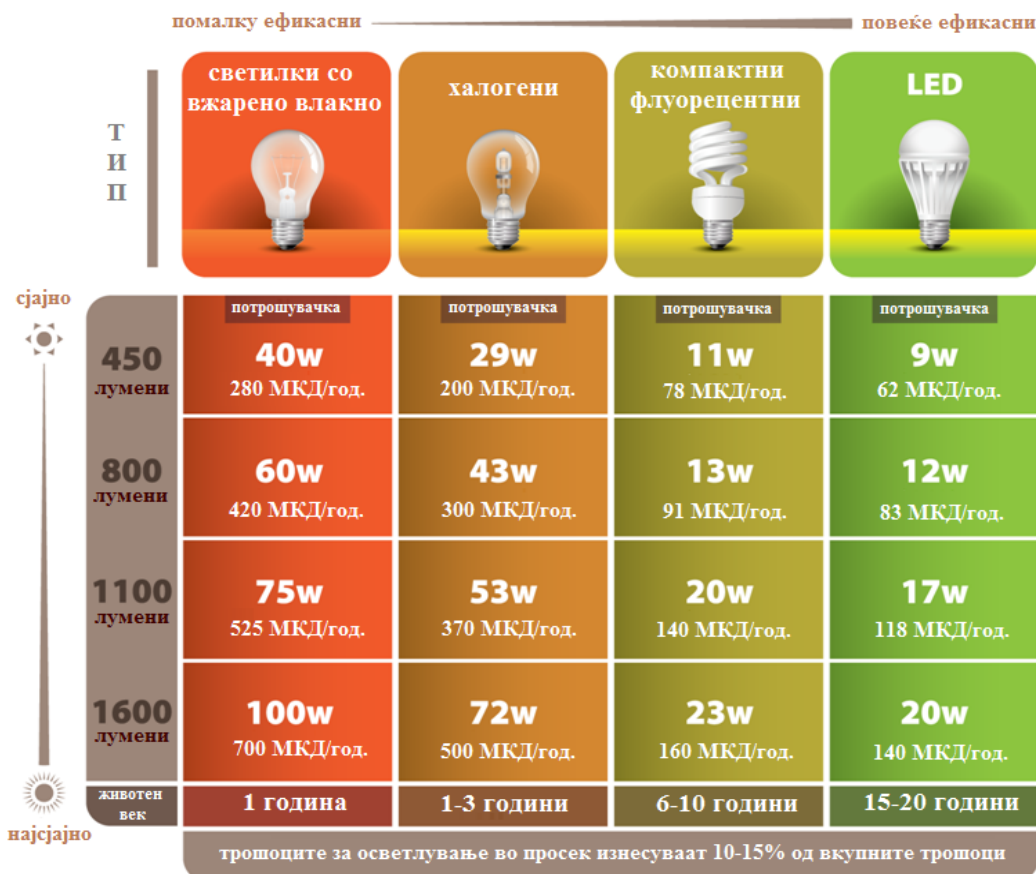
Слика 15. Поделба на различни светлосни извори според намената

На сликата 15, се дадени четири најчесто користени типови светилки. Како што може да се види, секоја од нив има различна намена, односно потребно е да се направи соодветен избор на светилка во зависност од местото каде таа треба да биде инсталирана и светлосните критериуми кои истата треба да ги задоволи.

Она што за нас е од најголемо значење е сепак енергетската ефикасност која може да се постигне со правилен избор на светлосни тела. Имено, потрошувачката на електрична енергија кај различни видови светлосни тела е различна, а соодветно на тоа и трошоците за осветлувањето се различни. Споредбена анализа на најчесто користените светлосни извори по однос на интензитет на осветленост, електрична моќност на светилката како и век на траење и годишни трошоци за работа дадена е на сликата 16.

Како што може да се забележи, постојат различни технологии светлечки тела кои трошат повеќе или помалку електрична енергија за обезбедување идентичен квалитет на осветлувањето. Кога се зборува за идентичен квалитет на осветлувањето, пред сè се мисли на интензитетот на осветленоста која ја даваат секоја од овие светилки. Од сликата 16 може да се забележи дека најмалку енергетски ефикасни се светилките кои користат вжештено влакно, додека најефикасни се светилките кои работат на принцип на полупроводнички диоди кои емитираат светлина, односно *Light-Emitting Diode* (LED). Соодветно,

најголеми трошоци за електрична енергија имаат светилките со вжештено влакно, а најмали LED светилките кај кои за исто ниво на осветленост и за работа од една година трошоците се дури пет пати помали од трошоците кај светилките со вжештено влакно (140 МКД/годишно во однос на 700 МКД/годишно).



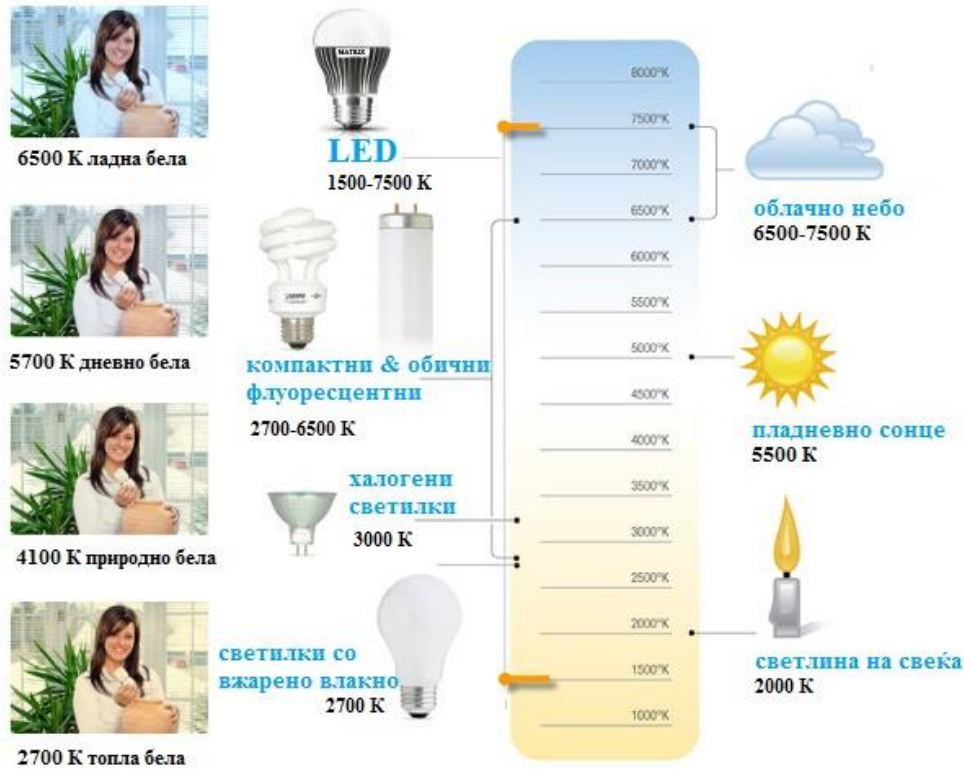
Слика 16. Споредбена анализа на енергетска ефикасност кај различни видови светлосни извори, трошоци и животен век

Дополнително, во процесот на замена и избор на светлечки тела треба да се земе во предвид уште еден значаен фактор, а тоа е фактот што човековото око различно реагира на различните видови на осветленост, и покрај тоа што физички мерено сите тие даваат иста јачина на осветленост (International Energy Agency, 2010).

Оваа, повеќе или помалку субјективна карактеристика на човечкото око, најчесто се изразува преку карактеристиката наречена „температура на боја“ на светлината која се изразува во Келвинови степени (K). Скалата на Келвиновите степени е всушност усогласена со спектарот на боите на Сонцето.

На сликата 17 е дадена споредба помеѓу различни видови на извори на светлина и нивните типични температури на бои. Така на пример, колку температурата на боја е помала (на пр. 2,700 K или 3,000 K) толку таа е пожолтениква и обратно, колку температурата на бојата е поголема, на пример, 4,500, 5,500 па и 6,500 K, тогаш зборуваме за бела или млечно бела боја на

осветленост. Очигледно е дека пониската температура на боја одговара на амбиенти за одмор, за прошетка, релаксирана атмосфера и сл., додека повисоките температури на боја одговараат на работни услови каде е потребен висок степен на осветленост, можност за подобро разликување на детали и бои, прецизност во работата и сл.



Слика 17. Температури бои на осветленост кај неколку типични светлосни извори

Горенаведното укажува на фактот дека постојат прифатливи начини за зголемување на енергетската ефикасност кај системите за осветлување преку правилна селекција, избор и инсталирање на различни видови на светлечки тела според потребите и барањата на објектите за работа и домување.

4.4. Самостојни (дополнителни) извори на електрична енергија

Електричната енергија е најсовремен и најсофистициран извор на енергија која денеска масовно се користи. Вообичаено е истата да се добива преку соодветен приклучок кон најблиската електроенергетска дистрибутивна мрежа и истата да се користи според потребите на комерцијалните и некомерцијалните објекти. Фактите зборуваат дека најголемите количини на произведена електрична енергија денес се добиваат преку согорување на фосилни горива како што се јагленот, нафтата и природниот гас. За жал, покрај производството на електрична енергија, ваквите електрани се и главен извор на загадувачи на човековата околина и тоа во форма на пепел (*кај јагленовите електрани*), микроскопски честички и штетни гасови (*т.н. green house gases GHG*) меѓу кои најраспространети се CO₂, CO, SO_x и NO_x. Емисијата на овие гасови е главна причина за појавата на т.н. кисели дождови, глобалното затоплување, значителни климатски промени и сл.

Поради овие причини, а и заради заради подобрување на вкупната мешавина од енергетски извори, во последните децении особено внимание се посветува на т.н. обновливи извори на енергија. Самото име асоцира на констатацијата дека овие извори се теоретски непресушни и дека постојано се обновуваат во природата со што овозможуваат нивно постојатно користење за производство на електрична енергија или како замена за некои други видови на енергија. Како најзастапени и со најголемо значење може да се земат обновливите извори кои произведуваат електрична енергија со користење на кинетичката енергијата на ветерот, сончевата енергија и енергијата на водата. Ако се земе во предвид дека количината на ветер во урбаните средини е ограничена и економски не е исплатлива за искористување за производство на електрична енергија, тогаш користењето на сончевата енергија претставува економски најприфатлив начин за зголемување на нивото на користење на обновливите енергетски извори во комерцијалните и некомерцијалните објекти (Чингоски, 2016).

Веќе видовме дека сончевата енергија може да се користи директно за загревање на некој флуид – најчесто вода – и како таква да се користи оваа енергија во процесите на термичко загревање на простории или како загреана санитарна или техничка вода. Друг посоефицициран начин на користење на сончевата енергија е нејзино директно претворање во електрична енергија во т.н. „соларни фотоволтаични панели“ или како најчесто накратко се нарекуваат фотоволтаици (*Photovoltaic – PV*). Овие уреди ја користат физичката појава наречена фотоволтаичен ефект при која определени полупроводнички материјали имаат способност кога ќе бидат подложени на директна сончева светлина да генерираат слободни електрични полнежи, односно да генерираат електрична струја и напон.

Основна предност која ја нудат овие извори на електрична енергија е што горивото за нивна работа, сончевата енергија, е бесплатна и ја има во изобилство на земјата. Секако, главен недостаток е што сончевата енергија ја има само во текот на денот, што значи дека истата има дисконтинуиран карактер. Дополнително, сончева енергија има и стохастичен карактер бидејќи тешко може да се предвиди однапред за подолг период кога ќе има сончево зрачење и со колкав интензитет и траење. Сепак, еднаш поставениот фотоволтаичен систем може во подолг период да биде ефикасен и економски прифатлив енергетски извор.

Постојат два можни системи за производство на електрична енергија со користење на фотоелектричниот ефект:

- 1) Концентрирани фотоволтаични електрани кои се карактеризираат со релативно поголема инсталирана моќност ($> 10\text{ MW}$), бараат поголема расположива површина и евентуално имаат потреба од систем за складирање на сончевата енергија, најчесто како топлинска (Cingoski et al, 2016); и
- 2) Неконцентрирани фотоволтаични електрани кои се карактеризираат со мала инсталирана моќност (од неколку kW до неколку MW), зафаќаат помал простор и прифатливи се за индивидуално или за колективно користење.

Во комерцијално-административните објекти, хотелските комплекси како и во објектите за индивидуално и колективно домување најчесто се среќаваат неконцентрираните фотоволтаични електрани (Чингоски, 2016). Особено се погодни како извори на електрична енергија во дневниот дел од енергетскиот дијаграм кога со нивно користење може да се врши супституција на дел од електричната енергија која вообичаено се набавува од електроенергетскиот пазар и на тој начин да се намалат трошоците за електрична енергија. Исклучително се поволни кога станува збор за објекти кои зафаќаат поголема површина (*големи административни згради, хотели и хотелски комплекси, големи паркинг простори и сл.*). Современите фотоволтаични извори користат нанотехнологија која овозможува истите да бидат со исклучително тенка дебелина, флексибилни со можност на инсталирање и на прозорските стакла во форма на фотоволтаични фолии, на покриви на зградите и сл., со што значително се проширува областа на апликација на овие современи обновливи енергетски извори.

На сликите 18, 19 и 20 се дадени типични примери на користење фотоволтаични панели за производство на електрична енергија кај современи административно-комерцијални објекти.



Слика 18. Современ хотелски комплекс кој користи фотоволтаични обновливи извори на електрична енергија поставени на покривот на објектите (Германија)



Слика 19. Фотоволтаичен систем монтиран врз покривни панели на јавен паркинг (Принстон, САД)



Слика 20. Футуристички објекти кои користат фотоволтаични панели како извори на електрична енергија: а) Спортски центар во Тајван, б) Solar-village во Дубаи

5. ЗАКЛУЧОЦИ И ПРЕПОРАКИ

Современите трендови во енергетскиот сектор упатуваат на неколку важни заклучоци:

- Потребите за електрична енергија постојано растат и се очекува овој тренд да продолжи и во иднина;
- Цените на примарните, а со тоа и на секундарните енергенси исто така се во константен пораст;
- Негативното еколошко влијание како резултат на горењето на т.н. фосилни горива во процесот на производство на електрична енергија е еден од основните проблеми со кои се соочува современото општество и истото мора да биде строго регулирано и намалено во иднина;
- Потребно е зголемено и широко распространето вклучување на обновливите енергетски извори како замена за фосилните горива за производство на електричната и топлинската енергија; и
- Потребно е да се вложат дополнителни напори и инвестиции за зголемување на енергетската ефикасност на двете страни на

енергетскиот процес, како во процесот на производство на енергија, така и во процесот на нејзино користење и штедење.

Решението на овие енергетски проблеми е комплексно и треба да се реализира во паралела преку постепено намалување на конвенционалните енергетски извори кои користат фосилни горива и нивна замена со нови енергетски капацитети кои ќе користат обновливи енергетски извори. Паралелно со ова, потребно е да се посвети поголемо внимание на начинот на користењето на енергијата, особено електричната енергија и на воведување на нови технологии и методи за заштеда на енергијата, замена на електричната енергија на сите места каде што е тоа можно со други видови на енергија особено во процесите за греење и ладење, како и користење на енергетски ефикасни производи кои ќе можат да дадат исти или подобри резултати од постоечките со помала потрошувачка на енергија.

Во овој труд, посветивме поголемо внимание само на дел од општествените сектори и тоа комерцијални објекти од административа и хотелско-туристичка дејност и некомерцијални објекти за индивидуално и колективно домување. Енергетските заштеди во индустријата и транспортот се исто така значајни, но во овој труд тие не беа цел на нашата анализа. Лоцирајќи ги областите и активностите кои се енергетски најинтензивни, се обидовме да направиме анализа и да дадеме рекапитулација на дел од можните решенија за подобрување на енергетската состојба во овие дејности преку воведување на нови и современи технологии за загревање, ладење, вентилација и климатизација, осветлување и дополнително производство на електрична енергија за потребните на секојдневното работење.

Со соодветна примена на предложените мерки може да се изнајдат најповолни начини и методологии како значително да се намалат трошоците за енергија и финансиското оптоварување во дејност или во домаќинството од една страна, но и како индиректно да се помогне во намалувањето на производство на електрична енергија од конвенционални енергетски извори и намалување на емисија на штетни полутанти и зачувување на животната средина од друга страна.

ЛИТЕРАТУРА

Andrews, J. & Jelley, N. (2007). *Energy Science: Principles, Technology, and Impacts*; Oxford University Press, New York.

Bauer, M., Mösele, P. & Schwarz, M. (2010). *Green Building Guidebook for Sustainable Architecture*, Springer-Verlag Berlin.

Cingoski, V. (2015). *Potentials for energy efficiency improvements and implementation of renewable energy sources in hotel industry in Macedonia*. Energy Efficiency in Hotel Industry: Renewable Energy, Workshop, 10-13 Dec 2015, Ankara, Turkey. (Unpublished).

Cingoski, V., Petrevska, B. & Trajkov, N. (2015a) *Assessment of energy efficiency practices in the hotel industry*, Techniques, Technologies, Education Management, 10(4), 509-516.

Cingoski, V., Petrevska, B., Trajkov, N., Golubovski, R. & Gelev, S. (2015b). Energy improvements in the hotel industry, *Jökull Journal*, 65(8): 145-150.

Cingoski, V., Gelev, S., Stefanov, G. & Sarac, V. (2016). Integrated Solar-Thermal Power Plants: TPP Bitola Case Study, *ETF Journal of Electrical Engineering*, 22, 68-78.

Чингоски, В. (2016). Можности за искористување на соларната енергија како примарен енергетски ресурс. Зборник на трудови Евро Балкан, Трета меѓународна научна конференција „Науката - поддршка на развојот во Република Македонија“, 29-30 јан 2016, Скопје, 29-39.

Friedman, A. (2012). *Fundamentals of Sustainable Dwellings*: Island Press, NW, Washington DC.

Група автори, (2008). Стратегија за развој на енергетиката во Република Македонија за период 2008-2020 со визија до 2030, МАНУ, Скопје.

Група автори, (2010). Стратегија за искористување на обновливите извори на енергија во Република Македонија до 2020, МАНУ, Скопје.

International Energy Agency, (2010). *Daylight in Buildings. Solar Heating and Cooling Programme, Task 21 Project Summary Report*. Johansen K, & Watkins R. (editors), AECOM Ltd, UK.

Милевски, В. & Чингоски, В. (2014). Енергетски пасивни објекти за домување. Зборник на трудови - Евро Балкан, Втора меѓународна научна конференција „Влијанието на научно-технолошкиот развој во областа на правото, економијата, културата, образованието и безбедноста во Република Македонија“, 30-31.10.2014, Скопје, 389-396.

Pasternak D. Alan, (2000). *Global Energy Futures and Human Development: A Framework for Analysis*. U.S. Department of Energy, October 2000 (<http://www.llnl.gov/tid/Library.html>).

Petrevska, B. & Cingoski, V. (2015a). Environmental protection and energy efficiency concept in five star hotels in Macedonia. *Proceeding of the 6th International Symposium on Industrial Engineering, SIE 2015*, 24-25 Sept 2015, Belgrade, Serbia, 210-213.

Petrevska, B. & Cingoski, V. (2015b). Renewable energy for sustainable tourism: assessment of Macedonian hotels. *Proceedings of the ICONBEST 2015: Economic analysis of global trends in tourism, finance, education and management*, 9-10 Oct 2015, Skopje, Macedonia, 141-152.

Petrevska, B. & Cingoski, V. (2016). Can Macedonian Hotels Be Green: The Evidence of Hotel "Flamingo" - Gevgelija, Macedonia, *Mechanical Engineering*, 34(1), 311-321.

Petrevska, B., Cingoski, V. & Gelev, S. (2016a). From Smart Rooms to Smart Hotels, *Zbornik radova XXI međunarodnog naučno - stručnog skupa Informacione tehnologije - sadašnjost i budućnost, Žabljak*. 29 Feb-05 Mart 2016, 21, 201-204.

Petrevska, B., Cingoski, V. & Serafimova, M. (2016b). Sustainable tourism and hotel management in Macedonia through the use of renewable energy source, *UTMS Journal of Economics*, 7(1), 123-132.



ISBN 978-608-244-390-4